

HD 3 形システムディスプレイの開発

フレンドリーなマンマシンインタフェースをめざして

小 嶋 久 直*¹⁾ 名 和 祥 光*²⁾

1. はじめに

当社は創業以来、各種の産業用スイッチを始めとするマンマシンインタフェース機器(MMI 機器)の開発に取り組み、常に時代の要求する MMI 機器を数多く市場に提供してきた。これらの多くは操作パネルや制御パネルに用いられるものであるが、自動化技術の進展や生産現場での労働環境の変化に伴い、これらに要求されるものは大きく変化しつつある。つまり、社会構造や人の意識の変化と共に、生産現場も「生産性」中心から「人間性」中心への移り変わりが顕著になり、生産に従事する人への優しさや満足感、充実感などに対する心理的配慮が求められるようになってきた。当社では、この新しいニーズに応えるため、産業用スイッチから新しい表示デバイスの応用を含む幅広い製品スペクトラムを、「マンマシンインタフェースからヒューマンマシンインタフェースへ」という観点から再検討し、新しい MMI 機器の開発に意欲的に取り組んできた。その結果の一部は、すでに1988年版および1991年版の「IDEC REVIEW」誌で報告されている。

本稿は、昨年発売したHD 3 形システムディスプレイ(図1、以下HD 3 形という)について製品の概要を紹介する。HD 3 形はグラフィック表示機能と操作スイッチ機能を併せ持ったプログラマブルな操作表示器であるが、近年、情報化した自動化環境での新しいマンマシンインタフェース機器として、多くの注目を集めている。ここでは、開発の背景、製品の特長、システム構成および仕様、内部構成の概略と動作機構、ホスト機器のインタフェースについて順次解説する。

2. 開発の背景

2.1 操作盤と盤面機器

FA(ファクトリーオートメーション;工場の自動化)では物の流れが個別的であり、物の流れを規定する作業順序が定められている。それゆえ、その制御にはシーケンス制御が適用されることが多く、電磁リレーやPC(プ

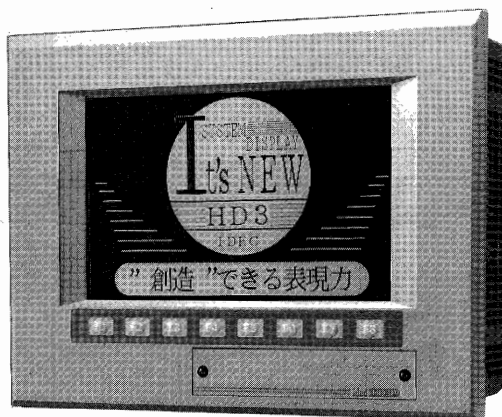


図1. HD3形システムディスプレイ

ログラマブルコントローラ)を用いて制御盤として構成される。しかし、制御システムを構成する場合はシステムに対する指令操作や、またシステムからの応答表示のために、別途操作盤を構成することが多い。この操作盤面には産業用スイッチや表示灯など、いわゆる盤面機器が所狭しと並ぶことが珍しくない。これは盤面用の個別機器の表現力が固定的なため、多くの情報を表現しようとするスイッチや表示灯などを多数必要とするためである。

このマンマシンインタフェースとしての操作盤は、機械装置に合わせて個別に設計、製作され、制御の複雑さや規模に比例して大きくなり、操作盤内の個別機器との配線工事の負担が大きくなり、また、その操作も高度な熟練が要求されるようになった。

近年、シーケンス制御はPCが多用されるようになり、制御系設計や柔軟性や拡張性は大幅に向上したが、操作盤は個別的に設計や製作を行なわなければならない、この操作盤の設計も柔軟で、かつ効率化が望まれている。特に、制御システムの導入工期、導入コストなどの改善に対する期待は大きい。

2.2 オペレータの役割と

マンマシンインタフェースの変化

FA化技術の高度化にともない、自動化の範囲は大幅に拡大し、工場全体の自動化を図る動きが活発になって

* 1) 研究開発部

* 2) 研究開発部

きた。つまり、CIM化への指向である。CIMは工場全体の自動化を行うためその業務を階層別に分け、各階層間をネットワークで結合することによって情報の統合化と制御の分散化を行ない、環境の変化に対して敏感に応答できる生産体制を実現しようとするものである。現在、わが国の経済環境は決して良好な状態とは言えないが、全体的に長期を展望したときは、一層高度な自動化を進めることによって、21世紀の企業環境を整備していくと大きなトレンドがあるように考えられる。

このトレンドの変化を受けて生産現場もCIMに相応しい環境整備が求められている。つまり、各種データベースの構築、上下階層を結ぶマルチベンダ対応の情報ネットワークの構築、エンジニアリングツールの整備、新しいマンマシンインタフェースの構築などは、生産現場の情報および制御のインフラストラクチャの形成に欠かせない。CIMが構築されていない生産現場においても、高度な自動化が推進されインテリジェント化された機械や設備が多数稼働しているのが現状であり、大なり小なり上記の問題が顕在化している。

現場のオペレータは複数の自動化ラインを守備範囲とすることが多いが、加えて生産性の目標値に合わせたラインの効率的な運用計画を練るなど、従来生産マネージャが担当していた仕事も守備範囲に組み入れられるようになった。このことは、オペレータの責任範囲が大きくなり、意思決定を必要とする業務が増えてきていることを意味している。意思決定には関連する情報の収集と提供が不可欠であり、必要な時にはいつでも、オペレータが生産プロセスや上位の自動化階層と多角的にアクセスし、情報を収集できる環境を提供しておかなければならない。そこには、現場のオペレータが最適な機械設備運転のシナリオを描けるような支援機能が求められる。

また、本来、現場のオペレータに期待されているのは非定形情報の処理能力であるが、自動化ラインが非定常な状態に立ち到った時、障害原因の調査、究明そして除去作業を行なうことは勿論、それによる生産計画の変動調整など生産マネージャの役割も付加されるため、オペレータにとって情報不足は生産システム全体に大きな影響を及ぼすことになる。

このようなオペレータの役割変化は、オペレータに働き甲斐につながる創造性発揮の場を提供する一方、オペレータに大きな責任を要求する過酷な環境を創り出している。上記の生産現場における変化は、操作パネルに拘束されていた従来の運転操作パラダイムが、オペレータが自由に動けることを前提としたパラダイムに変化しつつあることを示している。CIM環境下ではこれらの変化に対応しなければならないオペレータへ強力な支援を行なうことができる新しいマンマシンインタフェースが求められている。

2.3 新しいマンマシンインタフェース

高度に自動化された生産現場におけるオペレータの役割が変化し、機械、設備、ラインでの運転操作パラダイムが変化すれば、前述したように、人間と機械の間の新しい関係の構築が求められる。この新しい関係を構築していく基礎は、ヒューマンインテリジェンスとマシンインテリジェンスの融合にあると考えられる。新しいマンマシンインタフェースに求められる条件を先の両インテリジェンスの融合という観点から考えると次の事項が重要と考えられる。

(1) 人と機械の調和

高度に変革された生産システムでは、人間が生産ループに入って知的な機械の代行をしているといっても過言ではない。しかしながら、その状況は調和しているとは言いがたい。また、必要な時に人間が介入出来ない自動化システムも、また、調和しているとは言いがたい。生産ループの主要な構成要素たる人間と機械は、同じ目的と目標に向かって協調しなければならないため、互いに特性に合った最適な分担を基礎として協調活動をすることが望ましい。このためには、マンマシンインタフェースを介してインテリジェント化された機械の方から人間に歩み寄るシステムを構築しなければならない。

(2) 人と機械の間の透明性の回復

かつて、生産現場には必ず神様とよばれるような熟練作業者が一人や二人は存在した。かれらは手足の如く機械を直接操作することにより、実に巧みにワークを加工していた。そこには、見る人に感動を与えずにおかない人間と機械の一体感が存在した。それは機械操作に伴う感覚的なスキルがあり、それが機械と人間の間の透明感を共有させていたからに他ならない。ところが、生産性や品質が重視されるに連れて高度に自動化された機械や情報機器の導入が盛んとなり、生産システムも急激なインテリジェント化に向かった。その結果、機械や設備はブラックボックスとなり、人は今まで五感を通じて見ていたはずの機械や加工物の挙動が見えなくなり、テクノストレスを誘発するような、心理的に疎外された環境下におかれるようになった。この機械と人間の間に存在する不透明感を取り除き、一体感を取り戻させることがマンマシンインタフェースの重要な課題である。

(3) 人間の知的な行為に対する支援や代行

生産システムから発生する各種の情報(生産計画、機械/設備運転条件、生産実績、品質状況、設備稼働状況、設備異常、等々)に基づき、現場のオペレータは、迅速にかつ的確に、意思決定をしていかな

なければならない。これらへの対応は、製品知識のみならず、生産システムや機械についての膨大なノウハウを熟知した上でのこととなる。しかも、この対応如何では生産性に影響を与えることになるため、作業者の知的代行はマンマシンインタフェースとしての主要課題となる。また、人間であるが故に犯すヒューマンエラーやシステムの非常時の対応など即断即決を要するオペレーションの支援もマンマシンインタフェースの重要な役目である。

(4) ヒューマンフレンドリーな操作環境の創出

これは生産現場に限らず、一般的には内部がブラックボックス化しているものに対して人間がアクセスする場合の問題であるが、機械を意識することなく人間と対話するように操作できる環境を創り出すことが望ましい。しかしこれは大変困難であり、基礎研究によりブレークスルーを待たねばならない。一般的に言えば、人間は視覚機能（画像認識）と聴覚機能（音声認識）を通じて多くの外部情報を獲得していることから、これらの機能に訴えることが人間と機械との望ましいコミュニケーションの姿であろう。例えば、生産現場から発生する様々な情報をグラフィカルな可視情報として提供することにより、人間の直観的判断の確度を向上させ、ひいては思考の負荷を軽減することが可能となる。また、メタファを採用入れた画面構成等により、対象を直接操作しているような感じを与えるなど快適な操作環境を創り出すことができる。ハイパーメディアなどの新しい技術シーズはこれらを実現していく上で大きな期待感を与えてくれる。

3. プログラマブル操作表示器とは

プログラマブル操作表示器はマイクロプロセッサを中心とした情報処理技術と豊かな表現力を持つディスプレイデバイス等を用いて操作パネルの持つマンマシン機能を標準化した機器である。これは新しいマンマシンパラダイムの構築に応えるキープロダクトの一つとして最近注目を集めている。特に、操作入力部にタッチパネルやファンクションスイッチを、また、表示部にはグラフィック表示が可能な液晶表示器、プラズマ表示器、EL表示器を採用することにより、オペレータが従来の操作パネルの感覚で操作できるように工夫されている。

次にプログラマブル操作表示器の具体的な特長について述べる。

(1) 豊かな表現力で操作性を向上。

グラフィック画面上に仮想的な表示灯やスイッチなどの盤面機器をレイアウトし、この仮想機器に固

有の機能を与えることによって目的的操作パネルを構成することができる。この時のレイアウトは視認性、操作性を第一義に考えればよく、実際の機器を配置する時のような物理的制約を考慮することなく合理的な配置が可能となる。また、生産現場から発生する情報を数値や文章の表現だけでなく、棒グラフやトレンドグラフを用いて現在の状況をリアルタイムに、かつグラフィカルに表現することができるので、オペレータは的確な判断を下すことができるなど、人に優しいインテリジェントな操作パネルを実現できる。

(2) マルチベンダーへの指向

ネットワーク環境下の汎用分散グラフィック端末としての位置づけからマルチベンダー対応を重視し、パラレル方式やシリアル方式のホスト機器インタフェースを豊富に装備することによって、いかなるネットワークにも、また、どのようなホスト機器への接続も基本的に可能としている。特に、PCとはその親和性を重視し特別なプログラムを組むことなく通信が可能である。

(3) システムの非定常時の意思決定を支援。

自動化環境下での人間の役割として、非定常な状況の認識や稼働阻害要因の探索と除去、そして定常状態への早期復旧が重要な任務となる。この非定常時の現場状況を処理方法と共にガイダンスとして画面上に示すことによってオペレータの迅速な意思決定を支援することができる。

(4) システム設計のフレキシビリティ向上。

制御システムの操作表示に係わる設計は、基本的なベース画面の作画を始め、各種動作設定、初期設定などがパソコン上の画面編集ソフトを用いて簡単に行えるため、複雑なプログラムを作成する必要がなく効率的設計が可能である。また、この設計はソフトウェアの依存度が高いため変更や拡張に対しても柔軟に行うことができ、かつハードウェアの標準化が図り易い。

(5) 「省」を中心とした正・速・安・楽・美を実現。

プログラマブル操作表示器の採用によって省スペース、省エネルギー、省配線など、当社の自動化理念である「省(SAVE ALL)」を多くの点で図ることができるが、一方、人を中心に据えた正・速・安・楽・美を実現することができる。つまり、正・速は正しい情報を迅速に人に伝え、そして安はシステムが安全側に働くように人に判断情報を与え、また、楽・美は従業員満足度(ES)指数の向上を目指した現場指向の使い易いハードウェアとソフトウェアなど、ヒューマンマシンインタフェースの基本的思想を最

☐一般仕様

定格電源電圧	AC100~120V 50/60Hz
電圧変動許容範囲	AC85~132V 48~62Hz
消費電力	HD3P形(プラズマタイプ): 60VA以下 HD3L形(液晶タイプ): 30VA以下
突入電流	30A以下
許容瞬断時間	20msec以下
耐電圧	AC1500V 1分間 漏えい電流10mA 電源端子-FG間
絶縁抵抗	50MΩ以上 DC500Vメガにて 電源端子-FG間
接地	第3種接地
使用周囲温度	HD3P形(プラズマタイプ) 0~+50°C(ただし+45~+50°Cでは表示点灯率50%以下) HD3L形(液晶タイプ) 0~+45°C(表示コントラスト保証) 0~+50°C(動作保証)
保存周囲温度	-10°C~+60°C
使用周囲湿度	20~85%RH(結露なきこと)
保存周囲湿度	10~90%RH(結露なきこと)
使用周囲雰囲気	腐食性ガスのないこと
耐振動	10~55Hz 10m/S ² X、Y、Z各方向10分間
耐衝撃	100m/S ² X、Y、Z各方向3回
取付構造	パネルマウント方式
本体重量	約3kg

☐性能仕様

●機能仕様

ベース画面数	255画面(No.1~255)最大16KB/画面	
シンボル部品数	200個(No.1~200)63×63ドットのON/OFFパターン	
マクロ部品数	400個(No.401~800)最大4KB/部品	
折線グラフ数	100個(No.1~100)最大4KB/グラフ	
折線グラフ機能	方式: 実時間サンプル方式	
	チャンネル数: 20	
	分解能: 320	
	サンプル周期: 1~65,535秒	
	表示方向: X軸方向	
動作機能	ラインパターン: 実線以外7種	
	ベース画面切替、部品表示、部品切替表示、ランプ表示、数値表示、棒グラフ表示、折線グラフ表示、メッセージ表示、DM書込み、テンキー入力、時計表示、タッチパネルプロテクト、バックライトON/OFF、表示禁止、アラーム出力	
データメモリ容量	1024ワード(1ワード=16ビット)	
タッチパネル設定数	1ベース画面当たり 128動作	
ファンクションSW設定数	1ベース画面当たり 64動作	
外部入力数	6点	
ユーザーデータ記憶	記憶内容	ベース画面、マクロ部品、シンボル部品、折線グラフ、折線グラフパラメータ、動作設定データ、初期設定データ
	記憶デバイス	メモリカード: 128KB、256KB、512KB、1024KB ROMチップ: 128KB、256KB、512KB

●時計仕様

時計データ	年、月、日、時、分(うるう年)
バックアップ方式	スーパーコンデンサによるバックアップ
バックアップ時間	約6日(+25°C)
充電時間	約10分
精度	日差±5秒(+25°C)

☐表示部仕様

●表示デバイス仕様

	HD3P形	HD3L形
表示素子	プラズマ	液晶
表示方式	交流形方式	DSTN方式
バックライト	—	冷陰極管
表示色	ネオンオレンジ	白黒
表示分解能	640(W)×400(H)ドット	
ドットピッチ	0.33(W)×0.33(H)mm	
有効表示エリア	211(W)×132(H)mm	
コントラスト調整	—	自動調整: 基準設定は背面よりマニュアル調整
表示素子寿命(参考値)	平均50,000時間	50,000時間以上
バックライト寿命(参考値)	—	10,000時間以上(平均20,000時間)

●表示機能仕様

文字サイズ 文字種類	文字種別	16ドット系	24ドット系	種類数
	英文字、カタカナ、記号など	1/4角8×8ドット 半角8×16ドット	1/4角12×12ドット 半角12×24ドット	
文字属性	カナ、ひらがな、漢字、非漢字	全角16×16ドット	全角24×24ドット	JIS第1、2水準
	文字属性	ブリンク、リバース		
文字拡大率	縦、横各々1~4倍、8倍			
文字数	文字サイズ	16ドット系	24ドット系	
	1/4角	80字×50行	53字×33行	
	半角	80字×25行	53字×16行	
	全角	40字×25行	26字×16行	
図形種類	線、円、円弧、扇、矩形、目盛、ユーザ登録図形(シンボル部品、マクロ部品、折れ線グラフ)			
図形属性	線種(実線以外に10種) ペイントパターン(枠以外に10種) 1ドット単位(ブリンク、リバース、ブリンク&リバース)			

☐操作仕様

●タッチパネル仕様

構成	20×13分割
寿命	100万回以上

●ファンクションスイッチ仕様

方式	メンブレン接点
構成数	8個
寿命	100万回以上

図2. HD3形の基本仕様

大限に取り入れた操作表示環境を創出できる。

当初、プログラマブル操作表示器は操作パネルの標準化をねらって開発されたものであるが、プログラマブル操作表示器の持つ潜在的な可能性やC I M環境における生産現場の変化に積極的に応えるため、単なる操作パネルの代替的な役割から、現場のオペレーターの業務を積極的に支援する運転支援ツールとしてまでその役割が拡大しつつある。

4. HD 3 形システムディスプレイの特長

HD 3 形は前述のような背景のもとで、既発売の小形、中形の操作表示器に続き、プラズマおよび液晶タイプの大型表示器を搭載し、バリエーションを強化してユーザーの目的別、用途別の選択肢を広げた機種に仕上げた。

また、既発売機種がホスト機器の端末的位置づけであったことから、表示機能に重点を置き開発されたものであったことに対し、HD 3 形は表示機能のみならずファンクションスイッチやタッチパネルからの操作入力機能の充実を図り、人と機械の双方向の対話が容易に行えるよう工夫されている。また、ホスト機器との通信インタフェースを充実させることによりマルチベンダ指向を強く打ち出している。

図2にHD 3 形の一般仕様、性能仕様、表示部仕様および操作仕様を示し、以下にHD 3 形の特長をまとめる。

(1) 明るく鮮明な表示

HD 3 形にはAC形プラズマ表示器搭載のHD 3 P形とモノクロ液晶表示器搭載のHD 3 L形およびTFTカラー液晶表示器搭載のHD 3 C形がある。ここでは、これら表示デバイスの特長について概説する。

①AC形プラズマ表示器は電極が誘電体層で覆われている構造のため、応答速度が早く、高輝度、広視野角というプラズマ表示器の基本的特長に加え以下の特長を有している。図3にAC形プラズマ表示器の構造を示す。

A. コントラストが高い。

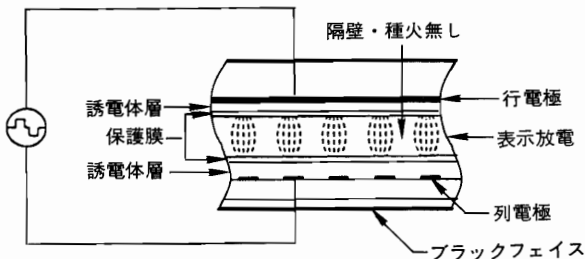


図3. AC形プラズマディスプレイ (参考文献(8)による)

- B. フリッカーレスで発光のバラツキが少ない。
- C. 長寿命である。

②モノクロ液晶表示器はDSTN形液晶を使用しているが、これは2枚の偏向板に挟まれたネマティック液晶に電界を加え、光を複屈折させることにより表示させるTN(ツイストネマティック)モード液晶を改良したものであり、液晶表示器の基本的特長である低電圧、低消費電力に加えて次のような特長を有している。

- A. 高コントラストである。
- B. 着色性を光学的補償セルを使い無採色化しているため鮮明な表示ができる。

表1に各種液晶表示器の特長と動作模式図を示す。

(2) 24ドットフォント内蔵で鮮明な文字表示

表示文字の品質向上に務め、16×16ドットフォントに加え、24×24ドットフォントを内蔵しているので、有効表示エリア211mm×132mm(画素数640×400ドット)の大画面の中に、縦横8倍の高品位な拡大文字まで表示が可能である。

表1. 各種液晶の構造と特徴 (図は参考文献(7)による)

液晶タイプ	動作模式図
1) TN形液晶 直交させた2枚の偏向フィルタの間にねじれ液晶を挟むと、光は通過できる。電圧をかけると光は遮断される。 TNタイプは大画面にするとコントラストが落ちる傾向がある。(液晶分子のねじれは90度)	
2) STN形液晶 STNタイプは立上がり特性が良くなりコントラストのはっきりした表示がえられるが、黄緑や青色に着色する。(液晶分子のねじれは約180~260度)	
3) DSTN形液晶 DSTNタイプは動作セルと逆方向にねじれた補償セルを入れ着色をなくし、かつコントラストのはっきりした表示が得られるようにしたものである。	

(3) タッチスイッチとファンクションスイッチで、快適なマンマシンインタフェースが実現可能

HD 3形は1画面当たり最大128個のタッチスイッチと8個のファンクションスイッチを利用でき、それらはプログラマブルに固有の意味付けを行うことができる。これらのスイッチと画面表示を用いて人と機械の間で相互に対話が可能となる。また、タッチパネルプロテクト機能も装備しており、誤操作の防止ができFA現場での安全運転ができるように考慮している。

(4) 充実したホストインタフェース

プログラマブル操作表示器は基本的に汎用分散ターミナルの性格を有していることから、広範囲のホスト機器やネットワークに接続可能なことが必要条件となる。特に、FAでは制御の中核マシンであるPCとの接続性がプログラマブル操作表示器の性能評価を左右する一要因となる。このことから、HD 3形ではDMスキャン(パラレル)、DMスキャン(シリアル)、シリアルリンク、上位リンクの4つのホストインタフェース方式を備えている。詳細は7章で述べる。

(5) 多彩な情報表現力

1/4角, 1/2角, 全角文字をそれぞれ縦横8倍まで拡大表示でき、それぞれブリンク(点滅), リバース(反転), ブリンク&リバースの属性表示ができるほか、直線や矩線, 円, 円弧などの図形をマウスを使って容易に作画できる。所定の動作設定をすれば、部品表示やランプ表示の他、数値表示, 棒グラフ, 折れ線グラフも自由自在に描くことができるので、より分かり易いマンマシンインタフェースを構築することができる。

(6) 簡単な作画環境

実際の作画や動作設定は全てパソコン(NEC98シリーズ)上で行えるよう画面編集プログラムが用意されている。画面編集プログラムはマウスを使って簡単に操作でき、動作設定は対話形式で選択的に

行えるので、複雑な命令語を覚える必要はない。

図4にメインメニューの画面を、図5にベース画面の作画例を示す。また図6に画面編集プログラムソフトのメニュー構造を示す。メニューは階層的に構成されており、図中の各ブロック部分はさらに詳

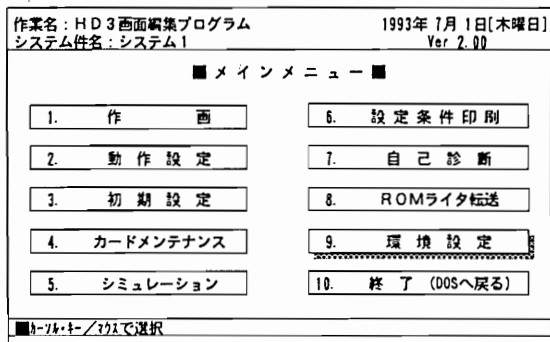


図4. メインメニュー

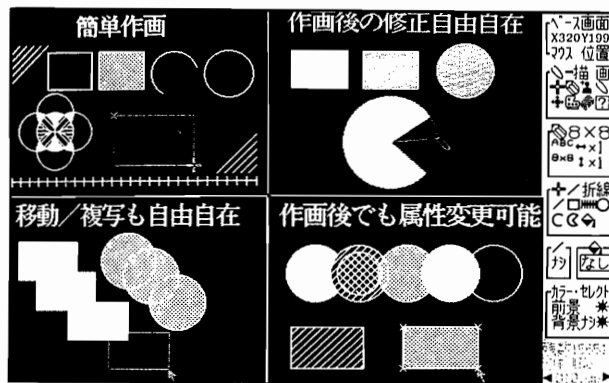


図5. ベース画面の作画例

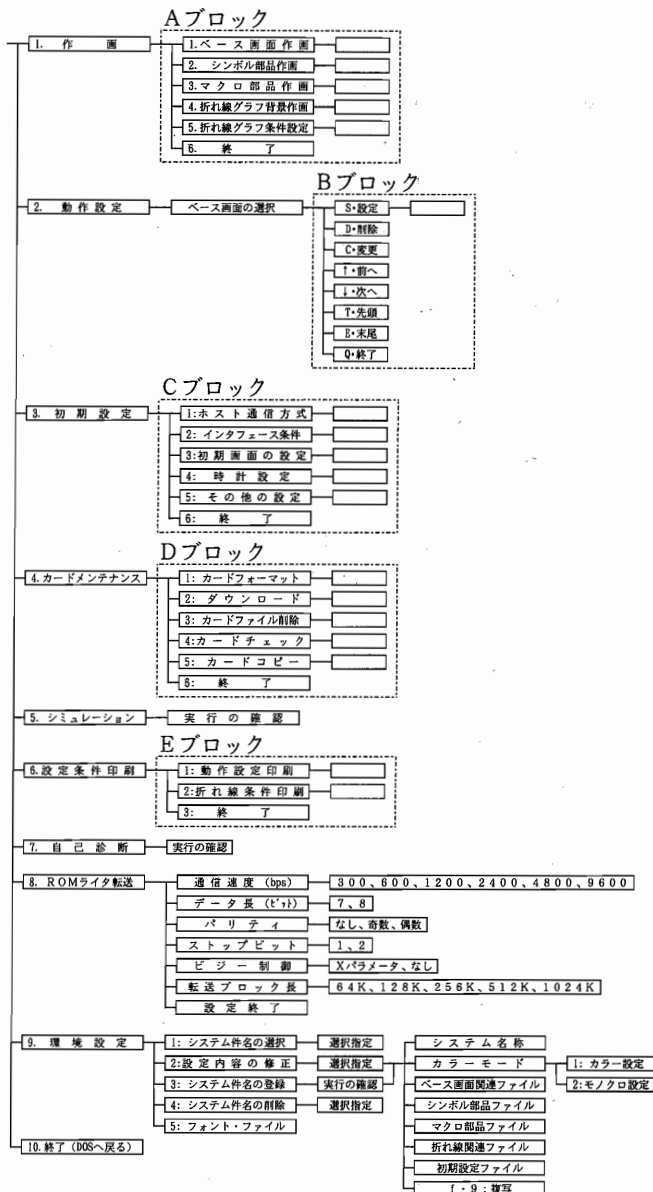


図6. 『画面編集プログラムソフト』のメニュー構造

細項目に分かれる。実際の作画操作は次に示す手順となる。

環境設定⇒作画⇒動作設定⇒初期設定⇒カードメンテナンス⇒シミュレーション⇒実機での運用

シミュレーション機能が装備されており、システム導入時に動作の内容を十分に確認することができ立ち上げ期間の短縮を図ることができる。

5. HD3形システムディスプレイシステムの構成と仕様

HD3形のシステム構成(図7)は「画面編集システム」と「運用システム」の二つの構成に分けられる。

(1) 画面編集システム

画面編集システムはHD3形と画面編集を行うためのツール(パソコン本体、画面編集プログラム、ROMライター、メモ리카ードアダプタ)で構成される。図中の2点鎖線より左下の部分がこれを示す。

このシステムは画面の作図や動作設定などのユーザオリエンテッドなデータを、パソコン上の画面編集プログラムを用いて作成し、完成したユーザデータを実行用メモ리카ード(またはEPROMチップ)に書き込み転送するまでのシステムである。

(2) 運用システム

運用システムはHD3形と通信線で結ばれたホスト機器群で構成される。図中の破線より上部がこれを示す。効率的な運用システムを構成する場合、ホスト機器とのインタフェースの選択が重要なポイントとなる。転送速度、転送距離、転送情報量、1対1通信、1対多通信などのパラメータや条件に応じてパラレル入出力、RS232C、RS485などのインタフェースを決定しなければならない。

6. HD3形の内部構造と運転方法

HD3形の内部構造の概略を図8に示し、HD3形の動作を理解する上でポイントとなるデータメモリ(DM)とユーザメモリの構造について述べた後、運転の方法について述べる。

(1) データメモリの構造

DMはホスト機器とのコミュニケーション用メモリで、HD3形では1024語(16ビット/語)の記憶容量を持ち0~1023の番地が割り付けられている。このうち、0~15番地は予め利用内容が決まっている定義済み領域で、HD3形の利用システムの構築をし易くするために、最低限必要な機能を番地ごとに固定的に割り付けており、次のような意味を持っている。

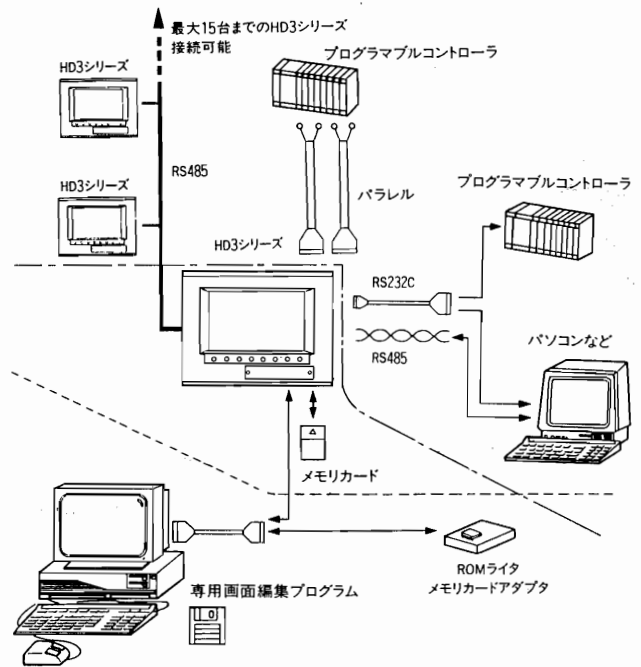


図7. HD3形のシステム構成

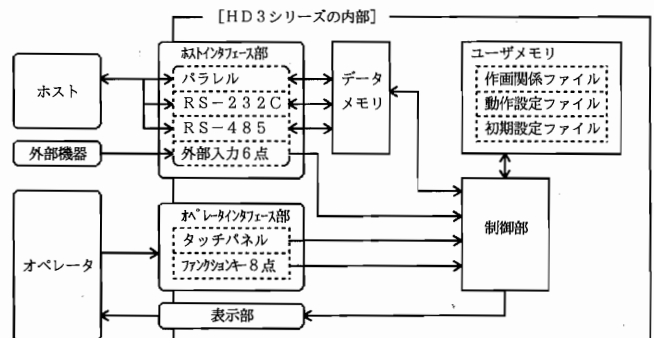


図8. HD3形の内部構造の概略図

5~7番地は時計データ格納用。

8番地はタッチパネル確認音やブザー音の入切、時計設計およびテンキー設定完了データの格納用。

12番地は外部入力用。

13番地はエラー状態表示用。

14番地はALM出力、および液晶タイプのバックライトの入切用。

15番地は画面クリアおよび表示画面番号の設定用。また、16~1023番地はユーザが自由に利用できるユーザ領域であり、DM起動の条件設定や、数値表示、テンキー入力等のデータを格納するために用いることができる。

(2) ユーザメモリの構造

先にも述べたように画面編集プログラムを用いて作成された表示画面情報、動作設定情報および初期

設定情報はユーザメモリにダウンロード後、実行プログラムとして運転に供されるのであるが、これらの情報はそれぞれ作画関係ファイル、動作設定ファイル、初期設定ファイルとしてユーザメモリであるメモリカードあるいはEPROMチップに記憶される。

作画関係ファイルにはベース画面、シンボル部品、マクロ部品、折れ線グラフの背景および条件が含まれ、動作設定ファイルには動作名、起動条件および詳細動作内容が含まれる。また、初期設定ファイルには初期画面番号や対ホスト機器インタフェース条件が含まれる。

(3) 運転方法

動作設定ファイルに格納された起動条件には、DM起動、TP起動、FK起動、EXT起動の4つの方法があり、このいずれかの起動条件が満たされることによりHD3形は運転を開始する。これを表2、表3に一覧表として示す。

DM起動はHD3形のDMをホスト機器からの指示で書き換えることによって起動される。この書き換え指示はパラレルI/OやシリアルI/O (RS232C, RS485)を介してホスト機器と接続されるが、これは後述するホスト機器インタフェースの選択方法によって、それぞれ特長ある通信を行なうことができる。

TP起動やFK起動はタッチパネルやファンクションスイッチをオペレータが直接操作することにより運転を開始する方法であり、EXT起動はセンサやリミットスイッチのような外部からの入力を直接HD3形に入力することによって起動する方法である。これらの起動方法はシステム仕様に基づき最適なものが選択される。

7. ホスト機器インタフェース

HD3形のホスト機器とインタフェースには4つの方式がある。それぞれの方式について更に解説を加え、各

表2. 動作別起動条件一覧表

起動条件 動作名	DM起動	TP起動			FK起動			EXT起動
	アドレスビット (16~1023)-(0~15)	タッチ エリア	タッチ モード	動作 モード	No. (1~8)	タッチ モード	動作 モード	No. (0~5)
ベース画面切替	アドレスビット (0 ↔ 1)	(X1, Y1)~ (X2, Y2)	×	×	No.	×	×	No. (OFF ↔ ON)
部品表示	アドレスビット (0:消去, 1:表示)	(X1, Y1)~ (X2, Y2)	×	消去/ 表示	No.	×	消去/ 表示	No. (OFF:消去, ON:表示)
部品切替表示	アドレス [1W] (部品No.)							
ランプ表示	アドレスビット (0:ノーマル, 1:属性変化)	(X1, Y1)~ (X2, Y2)	×	×	No.	×	×	No. (OFF:ノーマル, ON:属性変化)
数値表示	アドレス [1W/2W] (数値データ)							
棒グラフ表示	アドレス [1W/2W] (数値データ)							
折れ線グラフ 設定	アドレスビット (0:消去, 1:表示)	(X1, Y1)~ (X2, Y2)	×	消去/ 表示	No.	×	消去/ 表示	No. (OFF:消去, ON:表示)
メッセージ表示	アドレス [nW] (文字コード)							
DM書き込み ビット書き込み バイト書き込み ワード書き込み		(X1, Y1)~ (X2, Y2)	s/m/o s/m/o s/m/o	×	No.	s/m/o s/m/o s/m/o	×	
テンキー入力	アドレスビット (0 ↔ 1)	(X1, Y1)~ (X2, Y2)	×	×	No.	×	×	No. (OFF ↔ ON)
時計表示	対応するベース画面が表示されると常に起動します。							
タッチパネル プロテクト					F8	おけネット/ メモ列	×	

表3. 動作別詳細動作設定一覧表

詳細動作設定 動作名	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ベース画面切替	画面No. 0~255 (0:前面面)								
部品表示	部品No. 1~200/ 401~800	属性 N/B/R/BR	表示位置 X, Y						
部品切替表示	属性 N/B/R/BR	透過表示 丸/方イ	表示位置 X, Y						
ランプ表示	属性 N/B/R/BR	始点 X1, Y1	終点 X2, Y2						
数値表示	データ桁 0~7	表示桁数 1~8	小数点 0~8	入力レンジ 最小~最大	文字サイズ 0~5	拡大率 縦×横	属性 N/B/R/BR	表示位置 X, Y	
棒グラフ表示	データ桁 0~3	方向 ↑→↓←	入力レンジ 最小~最大	塗り込み 0~10	属性 N/B/R/BR	始点 X1, Y1	終点 X2, Y2		
折れ線グラフ 設定	グラフNo. 1~100	表示位置 X, Y							
メッセージ表示	文字サイズ 0~5	全角コード 0~2	文字数 0~80/40	拡大率 縦×横	属性 N/B/R/BR	表示位置 X, Y			
DM書き込み	書込アドレス	書込位置	ONデータ	OFFデータ					
ビット書き込み	5~1023	0~15	1/0	X					
バイト書き込み	5~1023	上位/下位	0~FFH	0~FFH					
ワード書き込み	5~1023	X	0~FFFH	0~FFFH					
テンキー入力	書込アドレス 5~1023	データ桁 4~7	完了データ 0~254	表示位置 X, Y					
時計表示	日付表示 丸/方イ	文字サイズ 0~5	拡大率 縦×横	属性 N/B/R/BR	表示位置 X, Y				
タッチパネル プロテクト	設定モード 標準/任意	許可一部品 1~200/ 401~800	属性 N/B/R/BR	透過表示 丸/方イ	表示位置 X, Y	禁止一部品 1~200/ 401~800	属性 N/B/R/BR	透過表示 丸/方イ	表示位置 X, Y

方式の特長を表4にまとめる。

(1) DMスキャン (パラレル) 方式

PCに標準装備されているパラレルI/Oを利用して、簡易的にデータ通信を行なう方式がDMスキャン (パラレル) 方式である。この方式の特長はPCのスクリーンサイクルごとに転送要求信号の有無を判断し、その結果に基づいてPCとHD3形間のデータ転送を行う方式である。PCサイクル毎にPCのアドレスやデータ数などの確認をする必要もなく、要求信号に基づいて転送を行うので、PCのオーバーヘッドを最小に抑制できる特長を持っている。

(2) DMスキャン (シリアル) 方式

この方式でPCからデータを読み出してHD3形に

転送する場合は、データの読出し要求信号、転送開始アドレス、読出しデータ数 (転送ワード数) をHD3形がPCに示した後、PCがその指示に従ってデータをDR (データレジスタ) から読み出しHD3形へ転送する。また、PCへデータを書き込む時には、書込み要求信号、転送開始アドレス、書込みデータ数およびそのデータをPCに示した後、PCはその指示に従って転送されてきたデータをPC内の特定データ領域に書き込む方式である。この方式はRS232Cを介してデータを転送するためPC側に通信制御用のインタフェースが必要である。

(3) シリアルリンク方式

シリアルリンク方式はホスト機器主導の通信方式

表4. HD3形のホストインタフェース方式

インターフェース方式	主導権	概要、特徴
1) DMスキャン(パラレル)方式	HD3形側	ホスト(主にPC)と簡単な通信プログラムを組むだけでローコスト通信可能。
2) DMスキャン(シリアル)方式	HD3形側	RS232Cのシリアルポートを利用し通信する方式。ホスト側でHD3形のプロトコルに合わせたプログラムを作る必要有り。
3) シリアルリンク方式	ホスト側	1:N通信可能。ホスト主導のポーリングセレクトイング方式。ホスト側でプログラム作成する必要有り。
4) 上位リンク方式	HD3形側	初期通信設定するだけで、ホスト側通信プログラムは不要。上位リンクユニット必要。

である。ホスト機器(親局)からの呼びかけにHD3形(子局)が応えるというポーリング/セレクトイング方式(図9)で交信し、ホスト機器側のDRの内容を送信する。これを受けたHD3形は画面を切り替えるなどの動作をする。また、HD3形のDMの内容をホスト機器に吸い上げることでタッチパネルやファンクションスイッチの入力情報をホスト機器は得ることができる。

交信手順には接続準備シーケンスと通常シーケンスがあり、ホスト機器側は子局であるHD3形の有無を確認するため、接続準備シーケンスで子局のアドレスとIDコードを確認してから通常シーケンスに入る。この方式の特長はホスト機器側でプログラムを作成することにより1対1通信から1対多通信までの自由な構成で通信が可能なことである。

(4) 上位リンク方式

この方式は各PCメーカーが提供しているリンクユニット(計算機リンクユニットや上位リンクユニットと呼ばれる)をHD3形とのインタフェースに用いる方式である。HD3形は表示している画面に関係するDMと同じアドレスについて、リンクユニットを介してPC内のDRの読出し要求とDRへの書込みを逐一行う方式である。この方式による通信は、画面編集プログラムでPCに合わせて通信条件の設定をするだけよく、PC側の通信に関するハンドリングプログラムは不要となる。当社製FA3S形PCのSIFモジュール(近日発売)を介して同様の通信が可能となるほか、他社製PCとリンクユニットによる通信も可能である。

8. 今後の課題と展望

高度なイノベーションによる生産システムも、物作り現場の視点から「人」と「機械」が同じ目的に向かって

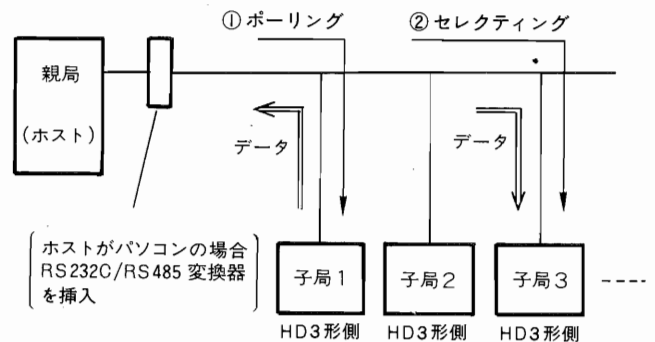


図9. ポーリング/セレクトイング方式

いかに協調活動を行えるかが重要課題であることは先にも述べてきた。しかし、CIMに代表されるコンピュータ支援による生産システムにおいては、生産、販売、開発における情報が経営戦略に基づいて統合化される。この場合、「人と機械」の協調活動より以上に「人と人」の協調活動のあり方が課題となってくる。つまり生産、販売、開発の拠点間で人が機械(コンピュータだけでなく産業機械をも含む)を介して人と協調することによる新しい経営効果が期待されている。この場合の対話ツールには高度な意思決定機能や問題解決能力などのほか、CSCW(Computer Supported Cooperative Work: コンピュータによる人の協調活動の支援)のような新しい概念の導入が必要とされる。以上のことから、真に人間中心のシステムへと視点を移すべき時がきているといっても過言ではない。産業界においてもヒューマンインタフェースは中心的課題であり、その実現手段として急速に認知されてきたプログラマブル操作表示器も形態を変えながら発展して行くものと思われる。

9. あとがき

プログラマブル操作表示器の開発を通して、ヒューマンインタフェースの本来あるべき姿を想定し、様々のア

アプローチを試みてきたが、今後、更に高度なマンマシンインタフェースの実現に向けて、

・より分かりやすく ・より知的に ・より信頼たかく
 ・より操作しやすく ・より高速に ・より柔軟に

をキーワードとして開発に一層の邁進をし、期待に応えることのできるマンマシンインタフェースツールとして市場に提供していく所存である。

最後に、本稿を執筆するに当たって、関係各位の多大なご協力を頂きましたことを深く感謝します。

参考文献

- 1) インタフェースの認知工学
 J.Rasmussen 著 海保 博之ほか
 訳 啓学出版 (1990)
- 2) ヒューマン・インタフェース (1987)
 田村 博 編 コロナ社
- 3) 計測と制御 第32巻 第3号
 —人間中心の自動化システム—
 (社)計測自動制御学会 (1993)
- 4) ヒューマンインタフェース
 大須賀 節雄 編 オーム社 (1992)
- 5) 認知的インタフェース
 —コンピュータとの知的つきあい方—
 海保 博之・原田 悦子・黒須 正明 著
 新曜社 (1991)
- 6) ヒトと機械はどう対話するか
 —ヒューマン・インタフェース入門—
 樋渡 涓二 著 講談社 (1988)
- 7) 液晶ディスプレイ その概要と応用市場
 シャープ株式会社 液晶事業本部編
 ラジオ技術社 (1991)
- 8) 富士通プラズマディスプレイカタログ (1992)